



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 199 49 848 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 02 M 59/16  
F 02 M 63/00

②1 Aktenzeichen: 199 49 848.2  
②2 Anmeldetag: 15. 10. 1999  
④3 Offenlegungstag: 19. 4. 2001

DE 199 49 848 A 1

⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188  
Stuttgart

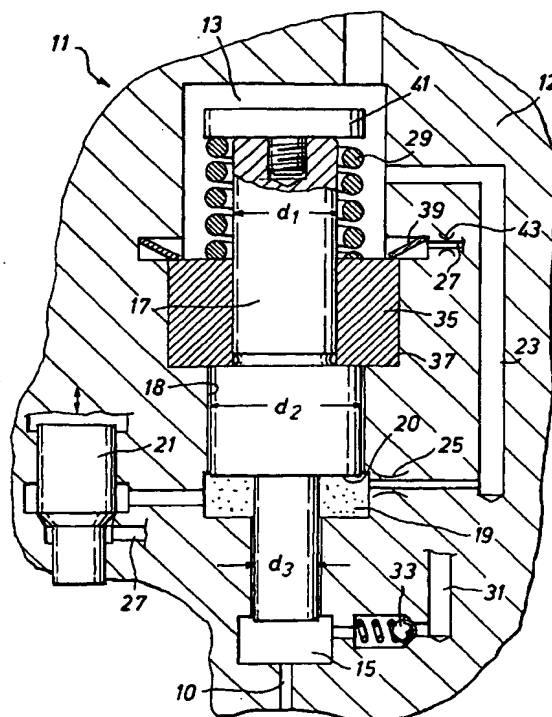
⑦2 Erfinder:  
Boecking, Friedrich, 70499 Stuttgart, DE  
  
⑤6 Entgegenhaltungen:  
DE 197 38 804 A1  
DE 197 01 879 A1  
DE 31 02 697 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Druckübersetzer für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen

⑤7 Es wird ein Einspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit Druckübersetzer (1) vorgeschlagen, bei dem zwischen den Einspritzungen ein Ausgleich der an den Stufenkolben (17) angreifenden hydraulischen Kräfte erfolgt.



DE 199 49 848 A 1

Die Erfindung betrifft einen Druckübersetzer für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Verschärfung der Abgasnormen verlangt immer höhere Einspritzdrücke zur Verbesserung der Gemischbildung und der Verbrennung. Daraus ergeben sich höhere mechanische und thermische Belastungen des Kraftstoffeinspritzsystems. Außerdem nimmt der Antriebsleistungsbedarf überproportional zu, weil mit dem Druck auch die Verluste in dem Kraftstoffeinspritzsystem ansteigen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kraftstoffeinspritzsystem bereitzustellen, bei dem die auf den Druckübersetzer wirkenden hydraulischen Kräfte reduziert werden und bei dem der Druckübersetzer einfach steuerbar ist. Außerdem sollen höhere Einspritzdrücke ermöglicht und gleichzeitig die Beanspruchung und der Antriebsleistungsbedarf der Einspritzpumpe verringert werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Druckübersetzer für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einer Einspritzdüse und mit einer, einen Hochdruck-Teil aufweisenden Einspritzpumpe, wobei der Hochdruck-Teil der Einspritzpumpe mit der Einspritzdüse über eine, mit einer Niederdruck-Seite eines Druckübersetzers verbundenen Steuerleitung und einen, mit einer Hochdruck-Seite des Druckübersetzers verbundenen Hochdruckpfad in Wirkverbindung steht, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zum Ausgleich der auf die Niederdruck-Seite des Druckübersetzers wirkenden hydraulischen Kraft zwischen den Einspritzungen vorhanden sind.

Dieser Druckübersetzer hat den Vorteil, dass zwischen den Einspritzungen die auf den Stufenkolben wirkenden Druckkräfte reduziert werden, so dass der Stufenkolben nach Beendigung der Einspritzung mit geringer Kraft in seine pumpenseitig Ausgangslage zurückgebracht werden kann und der Druckübersetzer einfach gesteuert werden kann. Außerdem verringern sich auch die Leck- und Drosselverluste des Kraftstoffeinspritzsystems, was zu einer Reduktion des Antriebsleistungsbedarfs führt und den hydraulischen Wirkungsgrad des Kraftstoffeinspritzsystems verbessert. Zusätzlich ermöglichen die hohen Einspritzdrücke kleinere Spritzlochdurchmesser der Einspritzdüse, was die Gemischbildung in allen Betriebspunkten verbessert.

Bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Druckübersetzers ist vorgesehen, dass der Druckübersetzer einen in einer Bohrung verschiebbaren Stufenkolben aufweist, dessen Stirnflächen jeweils einen Druckraum begrenzen, dass eine erste größere Stirnfläche des Stufenkolbens einen ersten, mit der Steuerleitung verbundenen Druckraum begrenzt, dass eine zweite, gegenüberliegende kleinere Stirnfläche des Stufenkolbens einen zweiten, mit dem Hochdruckpfad verbundenen Druckraum begrenzt, dass eine der ersten Stirnfläche gegenüberliegende Ringfläche einen Steuererraum begrenzt, und dass zwischen den Einspritzungen der Druck in erstem Druckraum und Steuererraum gleich ist. Diese Ausführung hat den Vorteil, dass sie trotz einfachen Aufbaus die erfindungsgemäßen Vorteile aufweist.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass die erste Stirnfläche und die Ringfläche im Wesentlichen gleich groß sind, so dass die hydraulischen Kräfte auf den Stufenkolben zwischen den Einspritzungen vollständig ausgeglichen werden.

Eine andere Ausführungsform sieht vor, dass der Steuererraum über eine Zulaufdrossel mit dem ersten Druckraum hydraulisch in Verbindung steht, so dass während der Ein-

spritzung ein Druckausgleich zwischen erstem Druckraum und Steuererraum verhindert wird.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung ist der Steuererraum über ein Steuerventil, insbesondere ein 2/2-Steuerventil druckentlastbar, so dass der Förderbeginn des Druckübersetzers durch Öffnen des Steuerventils steuerbar ist.

Eine weitere Variante sieht vor, dass eine Rückstellfeder in den ersten Druckraum eingespannt ist, die sich auf eine Anlage und einen Absatz des Stufenkolbens abstützt und in Abhängigkeit vom Druck in dem ersten Druckraum und vom Druck in dem Steuererraum den Stufenkolben zwischen den Einspritzungen an seinen pumpenseitigen Anschlag drückt, so dass nach Beendigung der Einspritzung der Stufenkolben unabhängig von den herrschenden Drücken in seine Ausgangslage gebracht wird. Außerdem benötigt die Rückstellfeder nur wenig Einbauraum.

Bei einer erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist der Absatz lösbar mit dem Stufenkolben verbunden, so dass Herstellung und Montage vereinfacht werden.

Bei einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist fließt der Kraftstoff aus dem ersten Druckraum über eine Ablaufdrossel in einen Leckölrücklauf fließt, so dass das Druckniveau im Leckölrücklauf mittelbar durch die Einspritzpumpe erzeugt wird.

Eine weitere Variante der Erfindung sieht vor, dass der zweite Druckraum aus dem Leckölrücklauf befüllt wird, und dass zwischen zweitem Druckraum und Leckölrücklauf ein Rückschlagventil angeordnet ist, das den Rückfluss von Kraftstoff vom zweiten Druckraum zum Leckölrücklauf sperrt, so dass die Befüllung einfach ist und zwischen den Einspritzungen nur ein niedriger Druck im zweiten Druckraum herrscht.

In Ergänzung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Druck im Leckölrücklauf geringer als der Öffnungsdruck der Einspritzdüse ist, so dass die Einspritzdüse zwischen den Einspritzungen sicher schließt.

Bei einer Ausgestaltung der Erfindung ist der Stufenkolben zur Vereinfachung von Herstellung und Montage zweiteilig ausgeführt.

Eine Ausführung der Erfindung sieht vor, dass die Steuermenge des Steuerventils in den Leckölrücklauf abgeführt wird, so dass eine einfache hydraulische Schaltung erreicht wird.

Bei einer anderen Variante ist vorgesehen, dass der Steuerkolben in einer Hülse geführt wird, so dass die Führung des Stufenkolbens verbessert wird.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

Ausführungsbeispiele des Gegenstands der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und im Folgenden näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystems; und

Fig. 2 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen Druckübersetzers

Fig. 1 zeigt schematisch ein Kraftstoffeinspritzsystem mit einer Einspritzdüse 1 und einer Einspritzpumpe 3, die einen Hochdruck-Teil 5 aufweist. Der Hochdruck-Teil 5 steht über eine Steuerleitung 9 und einen Hochdruckpfad 10 mit der Einspritzdüse 1 in Wirkverbindung. Zwischen der Steuerleitung 9 und dem Hochdruckpfad 10 ist ein Druckübersetzer angeordnet.

In Fig. 2 ist ein erfindungsgemäßer Druckübersetzer 11 dargestellt. Der Druckübersetzer 11 weist in einem Gehäuse 12 einen ersten Druckraum 13, einen zweiten Druckraum 15, einen ein- oder mehrteiligen Stufenkolben 17, der in einer Bohrung 18 geführt wird, sowie einen Steuererraum 19

auf.

Der erste Druckraum 13 und den ersten Druckraum 13 ragende Stirnfläche des Stufenkolbens 17 mit dem Durchmesser  $d_1$  bilden die Niederdruck-Seite des Druckübersetzers 11. Der zweite Druckraum 15 und die in den zweiten Druckraum 15 ragende Stirnfläche des Stufenkolbens 17 mit dem Durchmesser  $d_3$  bilden die Hochdruck-Seite des Druckübersetzers 11.

Der Steuerraum 19 wird von einer Ringfläche 20 des Stufenkolbens 17 und einem Absatz in dem Gehäuse 12 des Druckübersetzers 11 in Längsrichtung begrenzt.

Zwischen den Einspritzungen ist ein mit dem Steuerraum 19 verbundenes 2/2-Steuerventil 21 geschlossen. Erster Druckraum 13 und Steuerraum 19 sind durch eine Verbindungsleitung 23, die eine Zulaufdrossel 25 aufweist, verbunden, so dass bei geschlossenem Steuerventil 21 in den Räumen 13 und 19 der gleiche Druck herrscht. Über die in den ersten Druckraum 13 ragende Stirnfläche des Stufenkolbens 17 und die Ringfläche 20 findet ein Ausgleich der hydraulischen Kräfte statt. Der Ausgleich ist vollständig, wenn die Bedingung

$$\frac{d_1^2}{4} = \frac{d_2^2 - d_3^2}{4}$$

erfüllt ist. Eine leichte Überkompensation der auf die Stirnfläche des Stufenkolbens 17 wirkenden hydraulischen Kraft kann vorteilhaft sein.

Die Einspritzung wird ausgelöst, indem das Steuerventil 21 geöffnet wird. Der in dem Steuerraum 19 befindliche Kraftstoff fließt durch das Steuerventil 21 in einen Leckölrücklauf 27. Die Zulaufdrossel 25 bewirkt, dass bei geöffnetem Steuerventil 21 der Druck im Steuerraum 19 unter den des ersten Druckraums 13 sinkt. In Folge dessen ist der Kraftausgleich zwischen der in den ersten Druckraum 13 ragenden Stirnfläche des Stufenkolbens 17 und der Ringfläche 20 nicht mehr gegeben. Der Stufenkolben 17 beginnt zu fördern.

Durch das Verhältnis der in den ersten Druckraum 13 und der in den zweiten Druckraum 15 ragenden Stirnflächen ist das Verhältnis der Drücke in erstem und zweitem Druckraum 13 und 15 vorgegeben. Sobald der Druck im zweiten Druckraum 15 bzw. im Hochdruckpfad 10 den Öffnungsdruck der Einspritzdüse 1 überschreitet, öffnet die Einspritzdüse 1 und die Einspritzung beginnt.

Sobald das Steuerventil 21 wieder geschlossen wird, findet zwischen erstem Druckraum 13 und Steuerraum 21 wieder ein Druck- und Kraftausgleich statt, so dass der Stufenkolben 17 durch eine Rückstellfeder 29 in Richtung des ersten Druckraums 13 in die in Fig. 2 dargestellte Position bewegt wird. Sobald sich der Stufenkolben 17 in Richtung des ersten Druckraums 13 bewegt, bricht der Druck im zweiten Druckraum 15 zusammen und die Einspritzdüse 1 schließt.

Der zweite Druckraum 15 wird über eine mit Lecköldruck beaufschlagte Versorgungsleitung 31 gefüllt. In dieser Versorgungsleitung 31 ist ein Rückschlagventil 33 angeordnet. Das Rückschlagventil 27 kann federbelastet, wie in Fig. 2 dargestellt, oder ohne Feder ausgeführt sein und verhindert den Rückfluss von Kraftstoff während der Einspritzung. Der Lecköldruck liegt unterhalb des Öffnungsdrucks der Einspritzdüse 1.

Der Stufenkolben 17 wird mit seinem Durchmesser  $d_1$  von einer Hülse 35 geführt. Die Hülse 35 ist radial in dem Gehäuse 12 fixiert. In axialer Richtung sorgen ein Absatz 37 des Gehäuses 12 und eine Tellerfeder 39 für die Fixierung der Hülse 35. Das Gehäuse 12 kann entlang des Absatzes 37 geteilt sein, um Herstellung und Montierbarkeit des erfindungsgemäßen Druckübersetzers 11 zu erleichtern. Die Tel-

lerfeder 39 verhindert ein Aufsitzen des Stufenkolbens 17 auf seinem pumpseitigen Anschlag.

Die Rückstellfeder 29 ist zwischen Hülse 35 und einem Absatz 41 des Stufenkolbens 17 eingespannt. In Fig. 2 ist eine Ausführungsform dargestellt bei der der Absatz 41 in den Stufenkolben 17 eingeschraubt ist. Es sind jedoch auch andere Ausführungsformen denkbar.

Über eine Ablaufdrossel 43 fließt Kraftstoff aus dem ersten Druckraum 13 in den Leckölrücklauf. Über die Ablaufdrossel 43 kann das Druckniveau des Leckölrücklaufs beeinflusst werden.

Alle in der Beschreibung, den nachfolgenden Ansprüchen und der Zeichnung dargestellten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination miteinander erfindungswesentlich sein.

#### Patentansprüche

1. Druckübersetzer für ein Kraftstoffeinspritzsystem für Brennkraftmaschinen mit einer Einspritzdüse (1) und mit einer, einen Hochdruck-Teil (5) aufweisenden Einspritzpumpe (3), wobei der Hochdruck-Teil (5) der Einspritzpumpe (3) mit der Einspritzdüse (1) über eine, mit der Niederdruck-Seite des Druckübersetzers (11) verbundenen Steuerleitung (9) und einen, mit der Hochdruck-Seite des Druckübersetzers (11) verbundenen Hochdruckpfad (10) in Wirkverbindung steht, **dadurch gekennzeichnet**, dass Mittel zum Ausgleich (20) der zwischen den Einspritzungen auf die Niederdruck-Seite des Druckübersetzers (11) wirkenden hydraulischen Kraft vorhanden sind.
2. Druckübersetzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckübersetzer (11) einen in einer Bohrung (18) verschiebbaren Stufenkolben (17) aufweist, dessen Stirnflächen jeweils einen Druckraum begrenzen, dass eine erste größere Stirnfläche des Stufenkolbens (17) einen ersten, mit der Steuerleitung (9) verbundenen Druckraum (13) begrenzt, dass eine zweite, gegenüberliegende kleinere Stirnfläche des Stufenkolbens (17) einen zweiten, mit dem Hochdruckpfad (10) verbundenen Druckraum (15) begrenzt, dass eine der ersten Stirnfläche gegenüberliegende Ringfläche (20) einen Steuerraum (19) begrenzt, und dass zwischen den Einspritzungen der Druck in erstem Druckraum (13) und Steuerraum (19) gleich ist.
3. Druckübersetzer nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Stirnfläche und die Ringfläche (20) im Wesentlichen gleich groß sind.
4. Druckübersetzer nach einem Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (19) über eine Zulaufdrossel (25) mit dem ersten Druckraum (13) hydraulisch in Verbindung steht.
5. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerraum (19) über ein Steuerventil (21), insbesondere ein 2/2-Steuerventil (21) druckentlastbar ist.
6. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine Rückstellfeder (29) in den ersten Druckraum (13) eingespannt ist, die sich auf eine Anlage (35) und einen Absatz (41) des Stufenkolbens (17) abstützt und in Abhängigkeit vom Druck in dem ersten Druckraum (13) und vom Druck in dem Steuerraum (19) den Stufenkolben (17) zwischen den Einspritzungen an seinen pumpenseitigen Anschlag drückt.
7. Druckübersetzer nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Absatz (41) lösbar mit dem Stufenkolben (17) verbunden ist.

8. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem ersten Druckraum (13) über eine Ablaufdrossel (43) Kraftstoff in einen Leckölrücklauf (27) fließt.
9. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Druckraum (15) aus dem Leckölrücklauf (27) befüllt wird, und dass zwischen zweitem Druckraum (15) und Leckölrücklauf (27) ein Rückschlagventil (33) angeordnet ist, das den Rückfluss von Kraftstoff vom zweiten Druckraum (15) zum Leckölrücklauf (27) sperrt.
10. Druckübersetzer nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Druck im Leckölrücklauf (27) geringer als der Öffnungsdruck der Einspritzdüse (1) ist.
11. Druckübersetzer nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stufenkolben (17) zweiteilig ausgeführt ist.
12. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuermenge des Steuerventils (21) in den Leckölrücklauf (27) abgeführt wird.
13. Druckübersetzer nach einem der Ansprüche 2 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerkolben (17) in einer Hülse (35) geführt wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

45

50

55

60

65

